

IAP20 Rec'd PCT/PTO 18 JAN 2006

## Verfahren zur Herstellung eines optischen Bauteils aus Quarzglas

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Bauteils aus Quarzglas durch Elongieren einer koaxialen Anordnung eines

- 5 Kernstabs und eines Hohlzylinders einer vorgegebenen Länge, indem die Anordnung in vertikaler Orientierung einer Heizzone zugeführt, darin mit ihrem unteren Ende beginnend zonenweise erweitert und aus dem erweiterten Bereich das Bauteil nach unten abgezogen wird, wobei der Hohlzylinder eine Innenbohrung aufweist, die im Bereich ihres unteren Endes mit einer
- 10 Verengung versehen wird, auf welcher der Kernstab aufliegt.

Durch Kollabieren und Elongieren einer koaxialen Anordnung von Kernstab und mindestens einem den Kernstab umhüllenden Hohlzylinder werden einfache Vollzylinder oder Zwischenprodukte (Vorformen) für optische Fasern hergestellt. Es ist auch bekannt, einen Hohlzylinder auf einen Kernstab

- 15 während des Faserziehens aufzukollabieren, wobei das letztgenannte Verfahren als „ODD-Verfahren“ (Overclad-During-Drawing) bezeichnet wird. Alle Verfahrensvarianten erfordern eine exakt koaxiale Führung oder Fixierung des Kernstabs im Hohlzylinder.

- 20 Um dies zu gewährleisten und darüber hinaus ein beschädigungsfreies Einführen des Kernstabes in ein Mantelrohr zu gewährleisten wird in der US 4,812,154 A1 ein Verfahren zur Herstellung einer Vorform vorgeschlagen, bei dem im unteren Bereich des Mantelrohres eine Einschnürung erzeugt wird mit einem Innendurchmesser, der kleiner ist als der Außendurchmesser des Kernstabs. Das Mantelrohr wird vertikal ausgerichtet und von der unteren Seite 25 wird ein Stickstoffstrom durch das Mantelrohr geleitet. Gleichzeitig wird der Kernstab mit seinem unteren Ende beginnend gegen den Gasstrom in das Mantelrohr eingeführt, wobei durch den Gasstrom eine Zentrierung des Kernstabs im Mantelrohr erreicht wird, die einen Kontakt mit der Innenwandung verhindert. Sobald das untere, sich konisch nach Außen verjüngende Ende des
- 30 Kernstabs auf der Einschnürung des Mantelrohres aufsetzt, werden Kernstab und Mantelrohr unter Bildung einer Vorform miteinander verschmolzen.

Bei einem anderen Verfahren gemäß der EP 1 129 999 A2 wird vorgeschlagen, einen Kernstab mit einem inneren Mantelglasrohr und mit einem äußeren Mantelglasrohr gleichzeitig zu überfangen. Zur Fixierung des Kernstabes koaxial innerhalb des inneren und des äußeren Mantelglasrohres wird das

5 äußere Mantelglasrohr im Bereich des unteren Endes durch Erhitzen mit einer Einschnürung versehen. Bei vertikal orientiertem äußerem Mantelrohr wird von oben ein Halterung in die Innenbohrung des Mantelrohres eingeführt, der einen Außendurchmesser hat, der geringfügig größer ist als der Durchmesser der Einschnürung, so dass sich der Halterung von oben auf den Bereich der

10 Einschnürung auflegt. Bei exakt waagrechter Orientierung ergibt sich durch die Mittelbohrung des Halterings ein Anschlag für den mit einem konischen unteren Ende versehenen Kernstab, während das erste innere Mantelrohr auf dem Halterung aufliegt. Anschließend werden die Mantelrohre und der Kernstab miteinander verschmolzen, wobei in der Innenbohrung des äußeren

15 Mantelrohres ein Vakuum erzeugt und aufrechterhalten wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein weiteres Verfahren zur Herstellung hochwertiger optischer Bauteile durch Elongieren einer Koaxialen Anordnung von Kernstab und Hohlzylinder anzugeben, bei welchem der Hohlzylinder zwecks Fixierung des Kernstabs mit einer Verengung versehen wird, welche kostengünstig erzeugt werden kann, und welche mit möglichst geringem Aufwand eine reproduzierbare Fixierung des Kernstabs in dem Hohlzylinder erlaubt.

Diese Aufgabe wird ausgehend von dem eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Verengung der Innenbohrung in

25 einem ersten oberen Hohlzylinder erzeugt wird,

a) indem der erste, obere Hohlzylinder stirnseitig mit einem zweiten, unteren Hohlzylinder unter Bildung eines axialen Zylinderverbundes verschmolzen wird,

b) ein Kernstab in den unteren Hohlzylinder eingeführt, und der axiale Zylinderverbund mit seinem unteren Ende beginnend der Heizzone zugeführt, darin zonenweise erweitert und unter Bildung des optischen Bauteils elongiert wird,

30

- c) wobei sich eine in dem Zylinderverbund zum ersten, oberen Hohlzylinder fortschreitende Ziehzwiebel ausbildet, innerhalb der die Innenbohrung mindestens teilweise kollabiert und dadurch die Verengung der Innenbohrung bewirkt,
- 5   d) dass der erste Hohlzylinder an einer Trennebene im Bereich der Verengung von dem abgezogenen optischen Bauteil getrennt, und
- 10   e) anschließend zur Herstellung eines optischen Bauteils zusammen mit einem Kernstab in einer koaxialen Anordnung elongiert wird.

Die Herstellung des Quarzglas-Bauteils erfolgt dadurch, dass ein Kernstab in 10 die Innenbohrung des unteren Hohlzylinders eingebracht wird. Die koaxiale Anordnung von Kernstab und Hohlzylinder wird zonenweise erweitert und dabei zu einem Vollstab, einer Vorform oder zu einer Faser elongiert.

15   Im Unterschied zu den bekannten Verfahren wird beim erfindungsgemäßen Verfahren in einem ersten Elongierprozess aus dem unteren Hohlzylinder mit dem darin eingesetzten Kernstab ein optisches Bauteil gezogen, und gleichzeitig am oberen Hohlzylinder die Verengung zur Halterung des Kernstabs für den nachfolgenden Elongierprozess erzeugt.

20   Hierzu wird vor dem ersten Elongierprozess an die Oberseite des unteren Hohlzylinders der obere Hohlzylinder angeschmolzen. Dessen Innenbohrung ist wenigstens zum Teil frei kollabierbar. In der Innenbohrung des unteren Hohlzylinders ist ein Kernstab eingesetzt, der auch in die Innenbohrung des oberen Hohlzylinder ragen kann.

25   Der Verbund aus erstem, oberen Hohlzylinder und zweitem, unteren Hohlzylinder wird in vertikaler Ausrichtung einer Heizzone zugeführt und darin mit seinem unteren Ende beginnend zonenweise erweitert und zu dem optischen Bauteil elongiert. Dabei kommt es zu einer Verjüngung des Außendurchmessers in Form einer Ziehzwiebel, wobei gleichzeitig die Innenbohrung des unteren Hohlzylinders vollständig kollabiert, indem sich der Ringspalt zwischen dem Kernstab und der Hohlzylinder-Innenwandung 30 schließt. Infolge des fortlaufenden Vorschubes des Verbundes zu der Heizzone bewegt sich die Ziehzwiebel allmählich in Richtung des oberen Hohlzylinders.

Spätestens dann, wenn die Ziehzwiebel den angeschweißten oberen Hohlzylinder erreicht hat, beginnt auch dessen Innenbohrung zu kollabieren, das heißt, der Innendurchmesser verjüngt sich nach unten, so dass sich die Verengung bildet. Der obere, erste Hohlzylinder wird von dem abgezogenen

5 optischen Bauteil oder dem Rest desselben abgetrennt. Seine Innenbohrung ist im Bereich der Trennebene nunmehr ganz oder teilweise kollabiert und weist somit die gewünschte Verengung für die Lagerung eines Kernstabes in einem nachfolgenden, zweiten Elongierprozess auf.

In dem zweiten Elongierprozess wird der so hergestellte, eine Innenbohrung mit

10 Verengung aufweisende, erste Hohlzylinder in einer koaxialen Anordnung mit einem Kernstab zu einem optischen Bauteil elongiert. Der Kernstab wird vorher durch die obere Öffnung der Innenbohrung des Hohlzylinders eingeführt.

Daraus ergibt sich ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens. Dieser besteht darin, dass sich das untere Ende des Hohlzylinders nach unten

15 verjüngt und damit der Form einer Ziehzwiebel angenähert ist. Diese Form vereinfacht das Anziehverhalten beim zweiten Elongierprozess und verringert den Materialverlust beim sogenannten „tip-forming“.

Bei dem Kernstab handelt es sich um einen Quarzglasstab mit radial homogener oder mit radial inhomogener Brechzahlverteilung. In der Regel

20 besteht der Kernstab aus einem Kernglas mit höherem Brechungsindex, das von einem Mantelglas mit geringerem Brechungsindex umgeben ist. Der Kernstab ist einteilig ausgebildet, oder er ist aus mehreren kurzen Kernstabstücken zusammengesetzt, die in der Innenbohrung des Hohlzylinder übereinander angeordnet sind. Das Mantelglas ist integraler Bestandteil des

25 Kernstabes, oder es wird ganz oder teilweise in Form eines oder mehrere Mantelglasrohre bereitgestellt, die einen Quarzglasstab umgeben. Im letztgenannten Fall besteht der Kernstab aus einer koaxialen Anordnung eines Quarzglasstabs und einem oder mehreren Mantelglasrohren; unter dem Außendurchmesser des Kernstabs ist in dem Fall der Außendurchmesser des

30 äußeren Mantelglasrohres zu verstehen.

Der Kernstab in diesem Sinne wird innerhalb der Innenbohrung des unteren Hohlzylinders geführt und mittels der darin ausgebildeten Verengung axial

fixiert. Das obere Ende des Kernstabs endet im Bereich der Verbindungsstelle von oberem und unterem Hohlzylinder oder darüber. Die beiden Hohlzylinder sind einteilig ausgebildet oder aus mehreren Teilstücken zusammengesetzt.

Bei dem optischen Bauteil handelt es sich um einen Vollstab, eine Vorform für 5 die Herstellung optische Fasern oder um eine optische Faser.

Vorzugsweise wird der erste Hohlzylinder beim zweiten Elongierprozess als zweiter Hohlzylinder im Sinne der Erfindung eingesetzt.

Das heißt, es wird wiederum an seine obere Stirnseite ein oberer Hohlzylinder angeschweißt, in dessen Innenbohrung im Verlauf des zweiten Elongierprozess 10 die Verengung zur Halterung eines Kernstabes erzeugt wird. Dieser Vorgang kann beliebig oft wiederholt werden. Es handelt sich um ein quasi- kontinuierliches Ziehverfahren, das mindestens zwei Elongierprozesse umfasst.

Zu Beginn des quasi-kontinuierlichen Ziehverfahrens – beim ersten Elongierprozess - wird der Kernstab in dem unteren Hohlzylinder auf beliebige 15 Art und Weise gehalten. In späteren Elongierprozessen liegt er auf einer Verengung der Innenbohrung des Hohlzylinders auf, die in einem vorherigen Elongierprozess erzeugt worden ist.

Vorzugsweise wird der obere Hohlzylinder beim Elongierprozess zum Halten des unteren Hohlzylinders eingesetzt.

20 Der obere Hohlzylinder hat insoweit die Haltefunktion, die üblicherweise einem aus geringwertigem Quarzglas bestehenden sogenannten „Dummy-Zylinder“ zukommt, an dem die Haltevorrichtung angreift und der eingesetzt wird, um Materialverluste durch ein unvollständiges Elongieren des Hohlzylinders und des darin eingesetzten Kernstabs zu vermeiden. Ein derartiger Dummy-Zylinder 25 wird hier nicht benötigt.

Es hat aber auch einen Vorteil, an den oberen Hohlzylinder einen Dummy- Zylinder anzuschweißen, an dem die Haltevorrichtung angreift. Die Oberfläche des oberen Hohlzylinders wird dabei nicht durch daran angreifende mechanische Greifelemente beschädigt.

Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, wenn die Verengung im Bereich der Trennebene eine axial durchgängige Öffnung aufweist.

Die verbleibende Öffnung der Innenbohrung vereinfacht die Reinigung des Hohlzylinders vor dem nächsten Elongierprozess und sie ermöglicht eine

- 5 Gasspülung zu Beginn des Elongierverfahrens. Die Trennebene wird hierbei im Bereich der Ziehzwiebel so gewählt, dass dort die Innenbohrung des abgetrennten Hohlzylinders einerseits die gewünschte Verengung aufweist, aber andererseits noch nicht vollständig kollabiert ist. Der Innendurchmesser der Verengung ist kleiner als der Außendurchmesser des im folgenden
- 10 Elongierprozess auf ihr aufliegenden Kernstabs.

Bei einem in der Innenbohrung eingesetzten Kernstab oder Haltestab ist zwischen der Innenwandung der Innenbohrung und dem Kernstab/Haltestab ein noch offener Ringspalt vorhanden. Bei den folgenden Erläuterungen ist der Begriff „Innenbohrung“ so zu verstehen, dass auch eine derartige

- 15 „ringspaltförmige Innenbohrung“ umfasst sein soll, auch wenn ein „Ringspalt“ nicht ausdrücklich erwähnt wird.

Bei einer besonders bevorzugten Verfahrensweise umfasst der Elongierprozess eine Ziehphase und eine Zieh-Endphase, wobei während der Ziehphase in der Innenbohrung ein Unterdruck gegenüber dem Außen

- 20 anliegenden Druck erzeugt wird.

Während der Ziehphase des Elongierprozesses wird in der Innenbohrung mindestens zeitweise ein Unterdruck gegenüber dem Außen anliegenden Druck erzeugt und aufrecht erhalten. Der Unterdruck in der Innenbohrung beschleunigt den Kollabievorgang und er erzeugt zusätzliche, nach Innen

- 25 wirkende Kräfte beim Kollabieren, so dass zufällige Schwankungen anderer Verfahrensparameter, welche zu einer undefinierten Kollabierprozess führen können, kompensiert werden. Insoweit trägt ein Unterdruck in der Innenbohrung zur besseren Reproduzierbarkeit des Verfahrens bei.

Dabei hat es sich besonders bewährt, wenn der Druck in der Innenbohrung in

- 30 der Zieh-Endphase erhöht wird.

Der Unterdruck während der Ziehphase kann ein vollständiges Schließen der Innenbohrung bereits in einem höher gelegenen Bereich der Ziehzwiebel bewirken, insbesondere bei kleinem Innendurchmesser oder bei engem Ringspalt. In dem Fall wäre die Trennebene – mit der Maßgabe einer noch 5 offenen Innenbohrung – in einem oberen Bereich der Ziehzwiebel zu wählen, mit den Folgen, dass ein großer Teil der Ziehzwiebel als Materialverlust anfallen würde, und dass die Verengung der Innenbohrung wegen der geringen Verjüngung unbrauchbar oder mechanisch schwach ausfiele.

Infolge einer Druckerhöhung kurz vor Ende des Elongierprozesses wird die 10 Innenbohrung aufgeweitet, so dass ein vollständiges Kollabieren der Innenbohrung verzögert wird. Dadurch kann die Trennebene – unter der Bedingung einer noch offenen Innenbohrung - in einen möglichst weit unten liegenden Bereich der Ziehzwiebel verlegt werden, wodurch sich für den folgenden Elongierprozess durch ein besseres „tip-shaping“ der Materialverlust 15 verringert und eine stabilere Auflage für den Kernstab ergibt.

In dem Zusammenhang hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Druck in der Innenbohrung in der Zieh-Endphase auf einen Wert im Bereich des Umgebungsdrucks +/- 50 mbar erhöht wird.

Der durch die Druckerhöhung angestrebte Effekt mit den oben genannten 20 Vorteilen ist umso ausgeprägter, je höher der Druck in der Innenbohrung gewählt wird. Die oben genannte Obergrenze von 50 mbar oberhalb des Umgebungsdruckes (im Ofen) wird durch die Gefahr eines Aufblasens des Hohlzylinders bei noch höheren Drücken bestimmt.

Es hat sich bewährt, in der Innenbohrung oberhalb des Kernstabs einen 25 Stempel einzusetzen, der einen kleineren Außendurchmesser aufweist als der Kernstab.

Der Stempel ragt von oben in die Innenbohrung und drückt auf den Kernstab, so dass er ein Aufschwimmen des Kernstabs (oder von Kernstabstücken) vermeidet. Darunter wird eine Aufwärtsbewegung des Kernstabs entgegen der 30 Ziehrichtung verstanden. Das Aufschwimmen kann auftreten, wenn der Kernstab ein geringes Restgewicht und Spiel nach oben hat. Der Effekt führt zu einem relativen Mangel an Kernstabmaterial in der Ziehzwiebel und damit

einhergehend zu einer Änderung des Kern-/Mantel-Verhältnisses" des abgezogenen Bauteils.

Der Kernstab liegt über den Stempel oder weitere Zwischenstücke an einem Widerlager an, das eine Aufwärtsbewegung verhindert. Erfindungsgemäß weist

5 der Stempel einen Außendurchmesser auf, der kleiner ist als der Außendurchmesser des Kernstabs, so dass sich im Bereich des Stempels ein Ringspalt zur Innenwandung der Innenbohrung einstellt, der breiter ist, als der Ringspalt im Bereich des Kernstabs. Mit der Folge, dass das vollständige Kollabieren des breiteren Ringspalts bis tief in die Ziehzwiebel verhindert wird,

10 so dass sich eine weit unten liegende Trennebene mit entsprechend geringem Materialverlust ergibt.

Vorzugsweise erstreckt sich das obere Ende des Kernstabs in die Innenbohrung des oberen Hohlzylinders.

Der dadurch erzeugte Versatz zwischen den Enden der beiden Hohlzylinder

15 und dem Kernstab ermöglicht eine geringere Bauhöhe des Ofens bei der oben genannten quasi-kontinuierlichen Betriebsweise. Denn der obere Hohlzylinder fällt nach dem Trennen vom optischen Bauteil in verkürzter Form als „Halbzylinder“ an, so dass der Verbund aus „Halbzylinder“ und daran angeschweißtem, neuem oberen Zylinder eine geringere Läge aufweist, als

20 zwei gleich lange Hohlzylinder. Es ist nicht erforderlich, dass Kernstab oder die Hohlzylinder gleiche Länge haben; das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht auch die Verwendung von Reststücken dieser Bauteile.

Im Idealfall reicht das obere Ende des Kernstabs bis in den Bereich der halben Länge des oberen Hohlzylinders.

25 Dabei wird ein Kernstab eingesetzt, der etwa die gleiche Länge wie der obere Hohlzylinder aufweist, wohingegen der untere Hohlzylinder um die Hälfte seiner Länge gekürzt ist. Dadurch kann die zur Durchführung des Elongierprozesses benötigte Länge des Ziehofens um die Hälfte einer Hohlzylinder-Länge verkürzt werden. Der Elongierprozess endet, sobald die Ziehzwiebel das obere Ende

30 des Kernstabes erreicht hat und sich oberhalb des Kernstabs eine ausreichende Verengung der Innenbohrung ausgebildet hat. Das so erzeugte halbe Hohlzylinderstück weist an seinem unteren Ende die Verengung der

Innenbohrung auf und wird im nachfolgenden Elongierprozess als unterer Hohlzylinder eingesetzt, indem es mit einem vollständigen, oberen Hohlzylinder stoßweise verschmolzen und mit einem Kernstab bestückt wird, der bis zur Hälfte des oberen Hohlzylinders reicht. Dieser Vorgang wird beliebig häufig

5 wiederholt.

Es hat sich als günstig erwiesen, wenn der Innendurchmesser und/oder der Außendurchmesser des oberen Hohlzylinders und/oder des unteren Hohlzylinders angefast sind.

Durch die Anfasung wird der Bildung von Innen- beziehungsweise von

10 Außenwulsten beim Verschweißen von oberem und unterem Hohlzylinder entgegengewirkt. Ein Innenwulst würde das Einführen des Kernstabes oder eines etwaigen weiteren Mantelrohres behindern; ein Außenwulst beeinflusst die Gasströmung im Ziehofen in unerwünschter Weise. Es genügt, wenn einer der beiden zu verschweißenden Hohlzylinder eine entsprechende Anfasung im

15 Bereich der Stoßstelle aufweist.

Die radialen Abmessungen von erstem und zweitem Hohlzylinder sind im Idealfall gleich groß. Akzeptable Ergebnisse werden erreicht, wenn die Innendurchmesser von oberem Hohlzylinder und unterem Hohlzylinder um maximal +/- 2 mm, und die Außendurchmesser von oberem Hohlzylinder und unterem Hohlzylinder um maximal +/- 3 mm voneinander abweichen.

Bei dem ersten Hohlzylinder kann es sich um ein Quarzglasrohr mit einer werkzeugfrei im Schmelzfluss erzeugten Innenbohrung handeln. Vorzugsweise wird die Innenbohrung des ersten, oberen Hohlzylinders aber mechanisch auf Endmaß bearbeitet.

25 Durch die mechanische Bearbeitung, die insbesondere Bohren und Schleifen - und optional Honen - umfasst, kann unter Einsatz bekannter Schleifverfahren und dafür geeigneter handelsüblicher Vorrichtungen ein Quarzglas-Rohling mit einem Außendurchmesser von mehr als 100 mm und einer Länge von mehr als 2 m vollständig in einen geraden Hohlzylinder mit genauem kreisförmigem

30 Querschnitt und einer geringen Maßabweichung, im Bereich von 1/10 mm hergestellt werden.

Unter einem mechanisch auf Endmaß gearbeiteten Hohlzylinder im Sinne dieser Erfindung ist auch ein Zylinder zu verstehen, dessen Innenoberfläche mechanisch auf Endmaß bearbeitet wurde und der anschließend durch Ätzen gereinigt wird. Gleichmäßige Ätzprozesse bewirken keine wesentliche

5 Änderung der geometrischen Endform des Hohlzylinders (wie beispielsweise eine Biegung oder eine Ovalität im Querschnitt).

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand von Ausführungsbeispielen und einer Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen in schematischer Darstellung im einzelnen

10 **Figur 1:** einen Verfahrensschritt zur Erzeugung einer Verengung am Ende eines Quarzglas-Hohlzylinders durch Elongieren einer axialen Verbundes aus oberem und unterem Hohlzylinder in einer ersten Ausführungsform,

15 **Figur 2:** einen Verfahrensschritt zur Erzeugung einer Verengung am Ende eines Quarzglas-Hohlzylinders durch Elongieren einer axialen Verbundes aus oberem und unterem Hohlzylinder in einer zweiten Ausführungsform,

**Figur 3:** einen zur Herstellung des Verbundes gemäß den Figuren 1 und 2 geeigneten Hohlzylinder in einem Längsschnitt, und

20 **Figur 4:** Ansichten auf die Ziehzwiebel zur Darstellung von verschiedener Varianten des Kollabievorgangs der Innenbohrung und der Auswahl einer geeigneten Trennebene.

Die im Folgenden näher beschriebenen Hohlzylinder werden für die Herstellung von optischen Fasern eingesetzt, die jeweils einen Kernbereich aufweisen, der 25 von einer inneren Mantelglasschicht und einer äußeren Mantelglasschicht umgeben ist. Der Kernbereich besteht aus Quarzglas, das homogen mit 5 Gew.-% Germaniumdioxid dotiert ist. Die beiden Mantelglasschichten bestehen aus undotiertem Quarzglas, wobei das Quarzglas für die äußere der Mantelglasschichten von dem jeweiligen Hohlzylinder bereitgestellt wird.

Es wird zunächst ein sogenannter Kernstab nach dem OVD-Verfahren hergestellt. Hierzu werden auf einem um seine Längsachse rotierenden Träger durch Hin- und Herbewegung eines Abscheidebrenners schichtweise Sootpartikel abgeschieden, wobei dem Abscheidebrenner  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{GeCl}_4$  5 zugeführt und in einer Brennerflamme in Gegenwart von Sauerstoff zu  $\text{SiO}_2$  und  $\text{GeO}_2$  hydrolysiert werden. Das Verhältnis an  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{GeCl}_4$  wird bei der Abscheidung der inneren Schichten so eingestellt, dass sich über diesem Teil der Wandstärke des Sootrohres eine vorgegebene homogene  $\text{GeO}_2$ -Konzentration von 5 mol-% ergibt. Sobald die Sootschichten abgeschieden 10 sind, die den Kernbereich des Kernstabs bilden, wird die Zufuhr von  $\text{GeCl}_4$  zum Abscheidebrenner gestoppt und es wird eine innere Mantelglasschicht aus undotiertem  $\text{SiO}_2$  abgeschieden.

Nach Beendigung des Abscheideverfahrens und Entfernen des Trägers wird ein Sootrohr erhalten, das zum Entfernen der herstellungsbedingt 15 eingebrauchten Hydroxylgruppen einer Dehydratationsbehandlung unterworfen wird. Hierzu wird das Sootrohr in vertikaler Ausrichtung in einen Dehydratationsofen eingebracht und zunächst bei einer Temperatur im Bereich von 800 °C bis etwa 1000 °C in einer chlorhaltigen Atmosphäre behandelt. Die Behandlungsdauer beträgt etwa acht Stunden. Dadurch wird eine 20 Hydroxylgruppenkonzentration von weniger als 100 Gew.-ppb erhalten.

Das so behandelte Sootrohr wird in einem Verglasungsofen bei einer Temperatur im Bereich um 1350 °C verglast und dabei wird die Innenbohrung kollabiert, so dass ein Kernstab mit einem Außendurchmesser von 38 mm und dem gewünschten Brechzahlprofil erhalten wird. Das Gewicht des Kernstabs 25 beträgt – je nach Länge – bis zu 6 kg. In der herzustellenden optischen Faser mit einem Außendurchmesser von 125  $\mu\text{m}$  bildet das Kernglas des Kernstabs einen Kernbereich mit einem Durchmesser von ca. 8,5  $\mu\text{m}$ .

Alternativ zu dem oben beschriebenen Herstellungsverfahren der Kernstäbe nach dem OVD-Verfahren werden dieselben nach dem bekannten MCVD-, 30 VAD-, FCVD (Furnace-CVD) oder PCVD-Verfahren hergestellt.

In jedem Fall wird weiteres Mantelmaterial für die Ausbildung der äußeren Mantelglasschicht in Form des eines Hohlzylinders bereitgestellt, das beim

Faserziehen in einem ODD-Verfahren auf den Kernstab aufkollabiert wird. Die Herstellung des Hohlzylinders erfolgt analog zu der oben beschriebenen Herstellung des Kernstabs anhand eines üblichen OVD-Verfahrens, jedoch ohne Zusatz eines Dotierstoffs. Nach dem Entfernen des Trägers wird ein

5 Sootrohr erhalten, das der beschriebenen Dehydratationsbehandlung unterzogen und anschließend verglast wird.

Die Außenwandung des so erhaltenen Hohlzylinder-Rohlings wird mittels Umfangseinstech- bzw. -längsschleifen in mehreren Arbeitsgängen unter Verwendung sukzessiv feinerer Korngrößen auf die gewünschte

10 Außenabmessung abgeschliffen. Ebenso wird die Innenbohrung mittels eines Bohrers aufgebohrt und zum Zwecke einer hochpräzisen Endbearbeitung hinsichtlich Form und Oberflächenbeschaffenheit durch Honen nachbearbeitet. Es wird so eine in Längsachsenrichtung verlaufende, gerade Bohrung mit einem genau kreisförmigen Querschnitt erhalten. Um Oberflächenspannungen

15 abzubauen und um Beschädigungen durch die Oberflächenbearbeitung zu entfernen wird das Quarzglasrohr in einem Flusssäure-Bad, dessen HF-Konzentration zwischen 5 % und 30 % liegt, kurz geätzt.

Der so erhaltene Hohlzylinder-Rohling hat einen Außendurchmesser von 180 mm, einen Innendurchmesser von 42 mm und eine Länge von 2500 mm.

20 Die Maßabweichung ( $t_{\max} - t_{\min}$ ) in der Wandstärke beträgt 0,5 mm. Er wird – gegebenenfalls nach einer Ablängung – als Hohlzylinder im Sinne dieser Erfindung zur Herstellung von Vorformen für optische Fasern oder von optischen Fasern anhand eines ODD-Verfahrens eingesetzt.

25 Hierzu wird eine koaxiale Anordnung von Kernstab und Hohlzylinder in vertikaler Ausrichtung einer Erhitzungszone zugeführt und darin mit dem unteren Ende beginnend in einem ringförmigen Ofen zonenweise auf eine Temperatur um 2050 °C erweicht und dabei eine optische Faser aus dem erweichten Bereich abgezogen. Zu Beginn des Ziehverfahrens liegt der Kernstab auf einer Verengung des Hohlzylinders auf. Die Herstellung einer

30 geeigneten Verengung wird nachfolgend anhand von Figur 1 näher erläutert.

**Figur 1** zeigt in schematischer Darstellung die Herstellung einer Verengung der Innenbohrung 5 eines Hohlzylinders 1. Dieser wird zunächst unter Bildung

eines axialen Verbundes 3 stirnseitig mit einem zweiten, einen Kernstab 4 umgebenden, unteren Hohlzylinder 6 verschmolzen.

Länge, Innendurchmesser und Außendurchmesser von oberem und unterem Hohlzylinder 1, 6 sind gleich.

- 5 Der so hergestellte axiale Zylinderverbund 3 wird mit seinem unteren Ende beginnend in vertikaler Ausrichtung einem Ringofen 11 zugeführt, darin zonenweise erweicht und unter Bildung einer Vorform 8 elongiert. Der obere Hohlzylinder 1 wird mittels einer Klemmbacke 12 einer Haltevorrichtung geklammert und dient somit gleichzeitig zur Halterung des unteren  
10 Hohlzylinders 6.

Beim Elongieren bildet sich eine Ziehzwiebel 9 aus, die im Zylinderverbund 3 infolge des Vorschubes allmählich zum oberen Hohlzylinder 1 fortschreitet. In der Innenbohrung 5 wird während dieser Phase (Ziehphase) ein Absolutdruck von 1 mbar aufrecht erhalten. Dieser Unterdruck verhindert ein Absacken des  
15 Kernstabes 4 und erleichtert und beschleunigt das Kollabieren des Innenbohrung 5, oder genauer, das Kollabieren des Ringspalts zwischen dem unteren Hohlzylinder 6 und dem Kernstab 4. Dadurch kann sich die Innenbohrung (5) bereits in einem oberen Bereich der Ziehzwiebel 9 schließen, wie dies in Figur 4A schematisch dargestellt ist.

- 20 Sobald die Ziehzwiebel 9 das untere Ende des oberen Hohlzylinders 1 erreicht, beginnt sich dessen Innenbohrung 5 allmählich zu verengen. In dieser Endphase des Elongierprozesses wird der Druck in der Innenbohrung 5 auf 10 mbar oberhalb des Umgebungsdrucks (1 atm) erhöht, um das Schließen der Innenbohrung zu verzögern und trotz des sich verengenden  
25 Außendurchmessers eine Öffnung der Innenbohrung 5 bis in den unteren Bereich der Ziehzwiebel 9 aufrecht zu erhalten, wie dies anhand Figur 4B dargestellt ist.

Daraufhin wird der Elongierprozess beendet und der obere Hohlzylinder 1 wird von der Vorform 8 abgetrennt, in einer Trennebene, die durch die punktierte

- 30 Linie 10 angedeutet ist, und die auch in etwa der Schweißstelle der beiden Hohlzylinder 1, 6 entspricht.

Die Innenbohrung 5 des Hohlzylinders 1 weist nunmehr eine Verengung auf, welche für die Halterung eines Kernstabes in einem nachfolgenden Elongierprozess geeignet ist. Der obere Hohlzylinder 1 wird dementsprechend mit einem neuen Kernstab bestückt und mit seiner oberen, offenen Stirnseite 5 mit einem weiteren Hohlzylinder verschmolzen, der beim anschließenden Elongierprozess zur Halterung des Hohlzylinders 1 dient, und in dem nun - wie oben beschrieben - während des Elongierprozesses zur Herstellung einer Vorform eine Verengung der Innenbohrung erzeugt wird.

**Figur 2** zeigt schematisch eine Abwandlung des anhand Figur 1 beschriebenen 10 Verfahrens, wobei gleiche Bezugsziffern identische oder äquivalente Bauteile oder Bestandteile bezeichnen, wie sie oben anhand Figur 1 für die betreffenden Bezugsziffern näher erläutert sind.

Bei dieser Verfahrensmodifikation weist der untere Hohlzylinder 6 eine anfängliche Länge von 125 cm auf, der daran angeschweißte obere 15 Hohlzylinder 1 - ebenso wie der Kernstab 4 - eine Länge von 250 cm. Die Schweißstelle zwischen oberem und unterem Hohlzylinder kennzeichnet die gestrichelte Linie 8. Der Kernstab 4 erstreckt sich somit etwa 125 cm in die Innenbohrung 5 des oberen Hohlzylinders 1 hinein.

Dadurch ist die Gesamtlänge des Hohlzylinder-Verbundes 3 um 125 cm kürzer 20 als bei der anhand Figur 1 erläuterten Verfahrensweise. Der Elongierprozess endet, sobald die Ziehzwiebel 9 das obere Ende des Kernstabs 4 erreicht hat und sich im oberen Hohlzylinder 1 oberhalb des Kernstabs 4 eine ausreichende Verengung der Innenbohrung 5 ausgebildet hat. Das so erzeugte halbe Hohlzylinderstück weist an seinem unteren Ende die Verengung der 25 Innenbohrung auf und wird im nachfolgenden Elongierprozess als unterer Hohlzylinder eingesetzt, indem es mit einem vollständigen, oberen Hohlzylinder stoßweise verschmolzen und mit einem Kernstab bestückt wird, der bis zur Hälfte des oberen Hohlzylinders reicht. Dieser Vorgang wird beliebig häufig wiederholt.

30 Die kürzere Gesamtlänge des Hohlzylinder-Verbundes 3 ermöglicht eine kompaktere Bauweise des Ziehofens oder den Einsatz eines Dummy-Haltezylinders 2, der an das obere Ende des oberen Hohlzylinders 1

angeschweißt ist, und an dem Klemmbacken 12 einer Haltevorrichtung angreifen, die zur Halterung beider Hohlzylinder 1, 6 im Ofen dient, wie dies Figur 2 schematisch zeigt.

Das stoßweise Verschweißen der beiden Hohlzylinder gelingt am besten, wenn 5 bei mindestens einem der Hohlzylinder der Außendurchmesser und der Innendurchmesser angefast sind, wie dies in **Figur 3** schematisch dargestellt ist.

10 An beiden Stirnseiten des Hohlzylinders 1 wird eine lineare Anfasung 21 des Innen- und des Außendurchmessers erzeugt, die in Umfangsrichtung und in Längsrichtung jeweils eine Weite von 10 mm aufweist. Zur Verbesserung der Halterung des Hohlzylinders 1 mittels der Klemmbacken 12 (Figur 1, Figur 2) ist am oberen Ende ein Einstich 22 mit einer Tiefe von 2 mm vorgesehen, durch den die Qualität des abgezogenen Bauteil nicht merklich beeinträchtigt wird.

15 Durch die Anfasung wird der Bildung von Innen- beziehungsweise von Außenwulsten beim stirnseitigen Verschweißen von oberem und unterem Hohlzylinder entgegengewirkt. Zum Verschweißen werden die Randbereiche der der Schweißstelle zugewandten Stirnseiten der beiden Hohlzylinder mittels eines Propangasbrenners aufgeheizt und während einer Dauer von etwa 20 Minuten erweicht, und anschließend die erweichten Enden gegeneinander 20 gepresst werden.

**Figur 4** zeigt verschiedene Ansichten auf die Ziehzwiebel im Bereich der Schweißstelle von oberem und unterem Hohlzylinder vor dem Trennen. Der Hohlzylinder ist hier jeweils mit der Bezugsziffer 30 bezeichnet.

25 **Figur 4A** zeigt das frühzeitige Schließen der Innenbohrung 5 bzw. des Ringspalts 32 beim Elongierprozess für den Fall, dass in der Innenbohrung 5, 32 ein Vakuum (Absolutdruck ~ 1 mbar) erzeugt wird (Ziehphase).

Es ist zu beachten, dass nach dem Trennen des oberen Hohlzylinders 30 von der Vorform eine nach unten offene Innenbohrung (trotz Verengung) zwecks einer effektiven Reinigung des Hohlzylinders vor dem nachfolgenden 30 Elongierschritt angestrebt wird. Außerdem erlaubt eine offene Innenbohrung auch eine Gasspülung vor dem Beginn des Elongierprozesses.

In dem in Figur 4A dargestellten Fall wäre eine Trennebene, die eine nach unten offene Innenbohrung ergeben würde, im oberen Bereich der Ziehzwiebel 9 anzusetzen, mit der Folge, dass fast die gesamte Ziehzwiebel-Masse als Materialverlust verworfen werden müsste.

- 5 **Figur 4B** zeigt eine Variante zur Lösung dieses Problems durch Aufweiten des Ringspalts 32, indem der Druck in der Innenbohrung 5 bzw. in dem Ringspalt 32 auf etwa Umgebungsdruck (+ 10 mbar) erhöht wird. Der Ringspalt 32 zieht sich dadurch bis weit in die Ziehzwiebel 9 hinein, so dass auch eine tief unten an der Ziehzwiebel 9 ansetzende Trennebene 10 immer noch eine nach unten 10 offene Innenbohrung 5 ergibt.

Die **Figuren 4C und 4D** zeigen eine Abwandlung des in Figur 1 und den Figuren 4A und 4B schematisch dargestellten Verfahrens, wobei ein Haltestab 34 eingesetzt wird, der ein Aufschwimmen des Kernstabs 4 insbesondere in der letzten Phase des Elongierprozesses verhindern soll. Hierzu liegt der Haltestab 15 34 mit seinem unteren Ende über eine Zwischenplatte 35 auf dem Kernstab 4 auf, während sein oberes Ende gegen ein (in Figur 1 nicht dargestelltes) Widerlager anliegt.

Der Außendurchmesser des Haltestabes 34 ist mit 10 mm deutlich kleiner als der Innendurchmesser der Innenbohrung 5, so dass sich ein breiter Ringspalt 20 36 zwischen der Hohlzylinder-Innenwandung und dem Haltestab 34 ergibt. Infolge seiner großen Breite kollabiert der Ringspalt 36 auch bei Unterdruck erst spät und zieht sich dadurch bis weit in die Ziehzwiebel 9 hinein. Daher ergibt auch in diesem Fall – ohne eine Druckveränderung in der Innenbohrung 5 – eine tief unten an der Ziehzwiebel 9 ansetzende Trennebene 10 immer noch 25 eine nach unten offene Innenbohrung 5.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines optischen Bauteils aus Quarzglas durch  
5 Elongieren einer koaxialen Anordnung eines Kernstabs und eines  
Hohlzylinders einer vorgegebenen Länge, indem die Anordnung in vertikaler  
Orientierung einer Heizzone zugeführt, darin mit ihrem unteren Ende  
beginnend zonenweise erweicht und aus dem erweichten Bereich das  
Bauteil nach unten abgezogen wird, wobei der Hohlzylinder eine  
10 Innenbohrung aufweist, die im Bereich ihres unteren Endes mit einer  
Verengung versehen wird, auf welcher der Kernstab aufliegt, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Verengung der Innenbohrung (5) in einem ersten  
Hohlzylinder (1) erzeugt wird,  
15 a) indem der erste, obere Hohlzylinder (1) stromseitig mit einem zweiten,  
unteren Hohlzylinder (6) unter Bildung eines axialen Zylinderverbundes (3)  
verschmolzen wird,  
b) ein Kernstab (4) in den unteren Hohlzylinder (6) eingeführt, und der axiale  
Zylinderverbund (3) mit seinem unteren Ende beginnend der Heizzone (49)  
zugeführt, darin zonenweise erweicht und unter Bildung des optischen  
20 Bauteils (8) elongiert wird,  
c) wobei sich eine in dem Zylinderverbund (3) zum ersten, oberen Hohlzylinder  
(6) fortschreitende Ziehzwiebel (9) ausbildet, innerhalb der die  
Innenbohrung (5) mindestens teilweise kollabiert und dadurch die  
Verengung der Innenbohrung (5) bewirkt,  
25 d) dass der erste Hohlzylinder (1) an einer Trennebene im Bereich der  
Verengung von dem abgezogenen optischen Bauteil (8) getrennt wird, und  
e) anschließend zur Herstellung eines optischen Bauteils zusammen mit einem  
Kernstab in einer koaxialen Anordnung elongiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste  
30 Hohlzylinder (1) anschließend als zweiter Hohlzylinder (6) eingesetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der obere Hohlzylinder (1) beim Elongierprozess zum Halten des unteren Hohlzylinders (6) eingesetzt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verengung im Bereich der Trennebene (10) eine axial durchgängige Öffnung aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Elongierprozess eine Ziehphase und eine Zieh-Endphase umfasst, und dass während der Ziehphase in der Innenbohrung (5) ein Unterdruck gegenüber dem Außen anliegenden Druck erzeugt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck in der Innenbohrung (5) in der Zieh-Endphase erhöht wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck in der Innenbohrung in der Zieh-Endphase auf einen Wert im Bereich des Umgebungsdrucks +/- 50 mbar erhöht wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Innenbohrung (5, 36) oberhalb des Kernstabs (4) ein Stempel (34) eingesetzt ist, der einen kleineren Außendurchmesser aufweist als der Kernstab (4).
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich das obere Ende des Kernstabs (4) in die Innenbohrung (5) des oberen Hohlzylinders (1) erstreckt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das obere Ende des Kernstabs (4) bis in den Bereich der halben Länge des oberen Hohlzylinders (1) reicht.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Innendurchmesser und/oder der Außendurchmesser des oberen Hohlzylinders (1) und/oder des unteren Hohlzylinders (6) angefast sind.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendurchmesser von oberem Hohlzylinder (1) und unterem Hohlzylinder (6) um maximal +/- 2 mm, und die Außendurchmesser von oberem Hohlzylinder (1) und unterem Hohlzylinder 5 (6) um maximal +/- 3 mm voneinander abweichen.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenbohrung (5) eines ersten, oberen Hohlzylinders (1) mechanisch auf Endmaß bearbeitet wird.

1/4

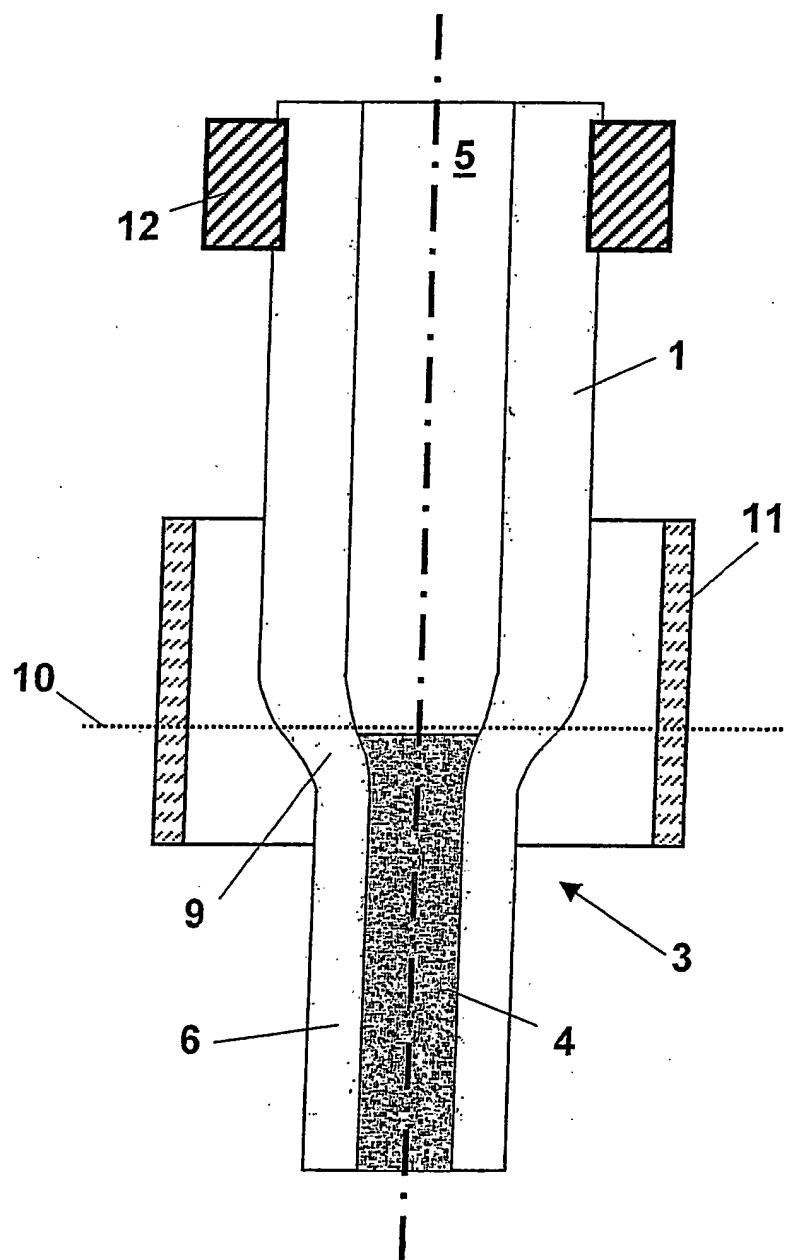


Fig. 1

2/4

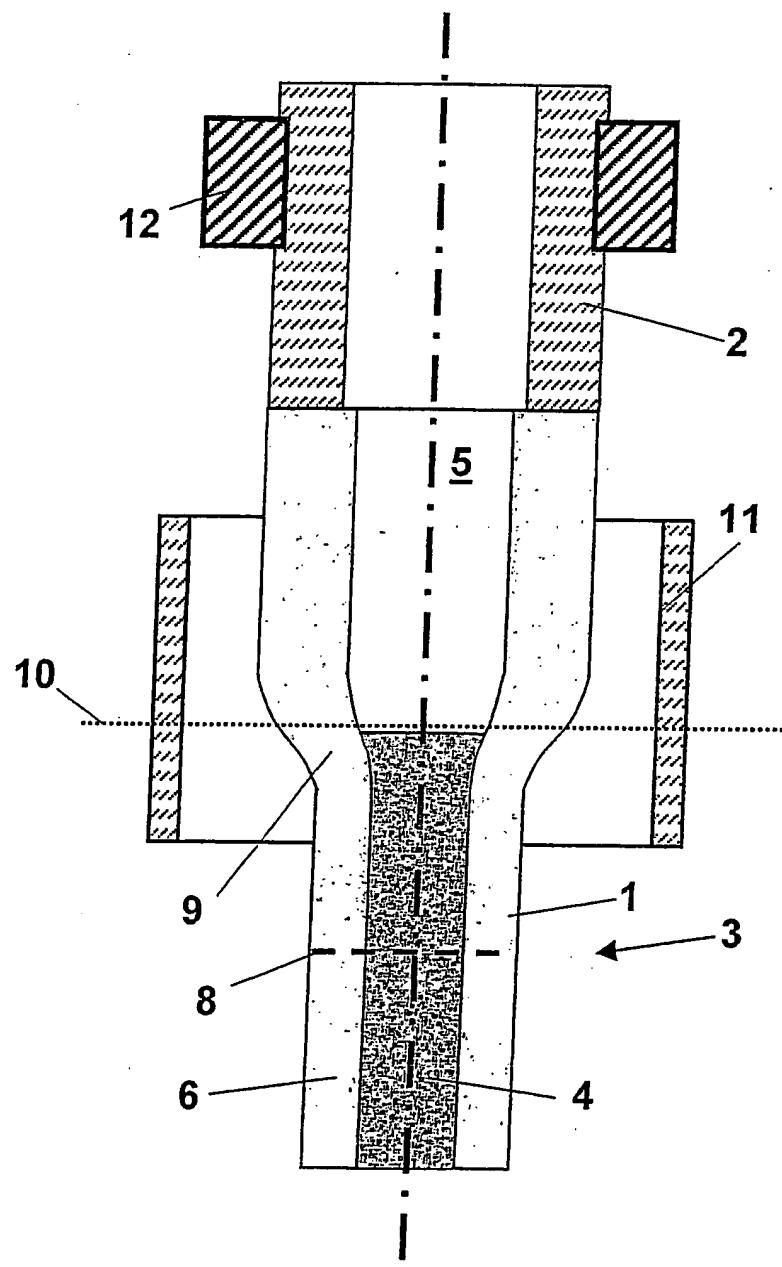


Fig. 2

3/4

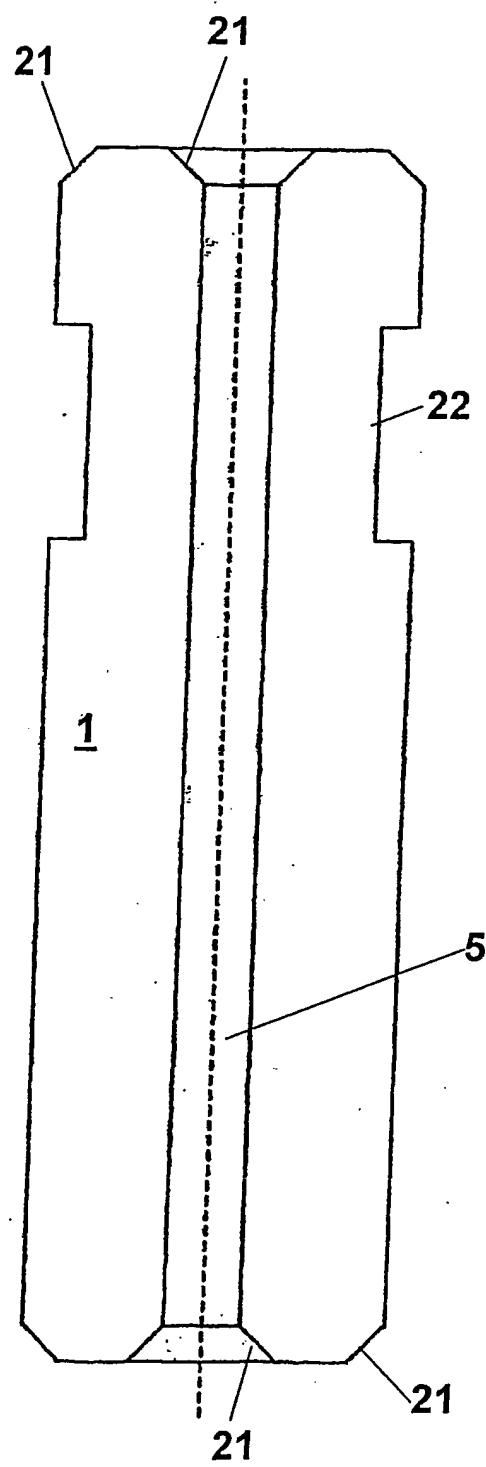


Fig. 3

4/4

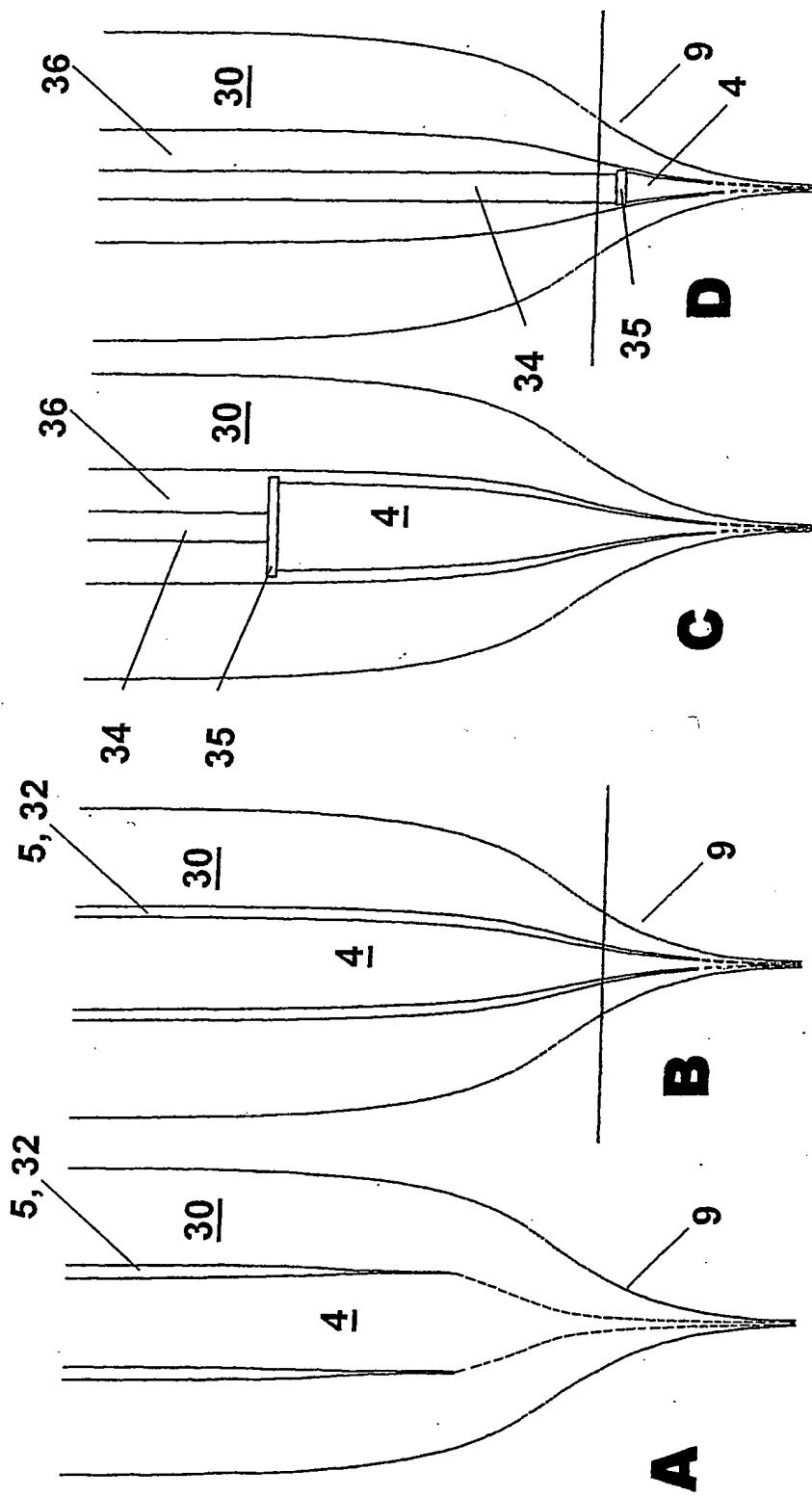


Fig. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/008033A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C03B37/012

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 812 154 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LTD.) 14 March 1989 (1989-03-14) cited in the application column 3, line 8 - line 48; claims 1,5; figure 1	1-13
A	EP 1 129 999 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 5 September 2001 (2001-09-05) cited in the application paragraph '0023! - paragraph '0028!; figures 3a,3b	1-13
A	US 6 584 808 B1 (PIRELLI CAVI E SISTEMI S.P.A.) 1 July 2003 (2003-07-01) claims 1,4,8; figure 6	1-13

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 November 2004	29/11/2004

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

González-Junquera, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/008033

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 4812154	A 14-03-1989	JP	1677292 C	13-07-1992
		JP	3041415 B	24-06-1991
		JP	63100033 A	02-05-1988
		AU	593688 B2	15-02-1990
		AU	7976087 A	21-04-1988
		GB	2195995 A ,B	20-04-1988
		KR	9002526 B1	20-04-1990
EP 1129999	A 05-09-2001	US	6460378 B1	08-10-2002
		EP	1129999 A2	05-09-2001
		JP	2001287920 A	16-10-2001
US 6584808	B1 01-07-2003	AU	738295 B2	13-09-2001
		AU	9622298 A	08-03-1999
		BR	9811232 A	15-08-2000
		CA	2301116 A1	25-02-1999
		CN	1132032 B	24-12-2003
		WO	9909437 A1	25-02-1999
		EP	1005659 A1	07-06-2000
		JP	2002501871 T	22-01-2002
		NZ	502779 A	25-10-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/008033

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C03B37/012

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C03B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 812 154 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LTD.) 14. März 1989 (1989-03-14) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 8 – Zeile 48; Ansprüche 1,5; Abbildung 1	1-13
A	EP 1 129 999 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 5. September 2001 (2001-09-05) in der Anmeldung erwähnt Absatz '0023! – Absatz '0028!; Abbildungen 3a,3b	1-13
A	US 6 584 808 B1 (PIRELLI CAVI E SISTEMI S.P.A.) 1. Juli 2003 (2003-07-01) Ansprüche 1,4,8; Abbildung 6	1-13

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. November 2004	29/11/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter González-Junquera, J

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008033

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4812154	A	14-03-1989	JP	1677292 C	13-07-1992
			JP	3041415 B	24-06-1991
			JP	63100033 A	02-05-1988
			AU	593688 B2	15-02-1990
			AU	7976087 A	21-04-1988
			GB	2195995 A ,B	20-04-1988
			KR	9002526 B1	20-04-1990
EP 1129999	A	05-09-2001	US	6460378 B1	08-10-2002
			EP	1129999 A2	05-09-2001
			JP	2001287920 A	16-10-2001
US 6584808	B1	01-07-2003	AU	738295 B2	13-09-2001
			AU	9622298 A	08-03-1999
			BR	9811232 A	15-08-2000
			CA	2301116 A1	25-02-1999
			CN	1132032 B	24-12-2003
			WO	9909437 A1	25-02-1999
			EP	1005659 A1	07-06-2000
			JP	2002501871 T	22-01-2002
			NZ	502779 A	25-10-2002